

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 01180266 A

(43) Date of publication of application: 18.07.89

(51) Int. Cl	B05C 5/00	
(21) Application number:	63004575	(71) Applicant
(22) Date of filing:	12.01.88	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: MITANI MASATO

(54) COATING NOZZLE

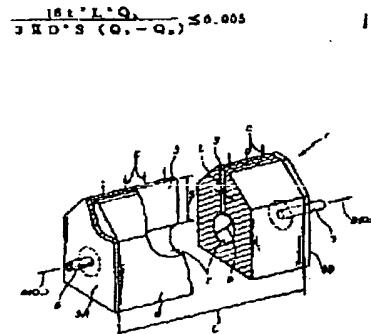
web is suppressed.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

PURPOSE: To minimize the unequal discharging of a nozzle provided with a through-hole through which a coating liquid flows and a slot extending from the through-hole to the coating part by specifying the sizes in the respective parts of the coating nozzle and the flow rate ratio of the paint to be supplied and discharged.

CONSTITUTION: A nozzle body 4 has the through-hole 4 formed across the transverse direction thereof and the slot 3 formed from the through-hole 2 to the outside surface at the front end. The sizes in the respective parts of the nozzle body 4 are so selected that the inside diameter D of the through-hole, the gap (t) of the slot 3, the length (s) of the slot 3, the discharge width L of the slot 3 as well as the supply rate Q_1 of the coating liquid supplied from one end side of the through-hole 2 and the discharge rate Q_2 of the coating liquid discharged from the other end side of the through-hole 2 satisfy the equation 1. The unequal discharge of the coating liquid in the transverse direction of the coating nozzle 1 is thereby suppressed to $\leq 0.5\%$ and the generation of the unequal thickness of the film to be formed on a thin film-like



⑨日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公開

⑪公開特許公報(A)

平1-180266

⑫Int.Cl.

B 05 C 5/00

識別記号

103

府内整理番号

7425-4F

⑬公開 平成1年(1989)7月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭発明の名称 塗布ノズル

⑮特 願 昭63-4575

⑯出 願 昭63(1988)1月12日

⑰発明者 三谷 真人 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
⑱出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
⑲代理人 弁理士 森本 義弘

明細書

1. 発明の名称

塗布ノズル

2. 特許請求の範囲

1. ノズル本体の内部に形成された貫通穴に、その一端側から塗布液を供給してその一部を先端側から排出し、残りの塗布液を、ノズル本体内でかつ貫通穴とノズル本体外間に亘って形成されたスロットから吐出する塗布ノズルであつて、前記貫通穴の内径D、前記スロットのすきま量t、前記貫通穴から前記ノズル本体の先端外側までの前記スロットの長さS、前記スロットの吐出幅L、および前記貫通穴の一端から供給される塗布液供給量Q₁、前記貫通穴の他端から排出される塗布液排出量Q₂を、

$$\frac{16 \pi L^2 Q_1}{3 \pi D^2 S (Q_1 - Q_2)} \leq 0.005$$

上式を満足するように選定した塗布ノズル。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、フィルム、紙などに代表される薄膜状ウェブに塗布液を一定量均一に塗布する塗布装置の塗布ノズルに関するものである。

従来の技術

各種の写真用フィルム、磁気テープ、印画紙などに代表される薄膜状ウェブへの塗布液塗布には、従来からグラビア塗工方式、キス塗工方式、ダイ塗工方式など数々の塗工方式が用いられ、各々の使用目的に応じて使い分けがなされてきた。たとえば磁気テープの塗工に有効とされるダイ塗工方式の塗布ノズルは、第5図のように構成されている。すなわち、塗布ノズル11は、軸方向に亘って形成された貫通穴12およびこの貫通穴12から先端外側に亘って形成されたスロット14とを有するノズル本体14と、貫通穴12の開口端を塞ぐようにノズル本体14の両側端面にそれぞれ貼付けられた側板15A、15Bと、この一方の側板15Aに接続されて塗布液を矢印Aで示すように貫通穴12の一端側に供給する塗布液供給管16と、他方の側板15Bに接続されて貫通穴12の塗布液を矢印Bで示すよう

に他端側から排出する塗布液排出管17とから構成されていた。この構成において、塗布液供給管16より貫通穴12の内部に矢印Aで示すように塗布液が供給されると、その一部は貫通穴12の内部を流れて矢印Bで示すように塗布液排出管17から排出され、また残りの塗布液は、矢印Cで示すようにスロット13を通してノズル本体14の先端部から吐出される。

発明が解決しようとする問題点

ところで、上述した従来の塗布ノズルによると、貫通穴12の内径Dが小さすぎたり、ノズル本体14の幅すなわちスロット13の幅Lが広すぎたりすると、貫通穴12の内部での一方の側板15Aから他方の側板15Bへ向けての、塗布液の圧力降下が大きくなる。塗布ノズル先端部から矢印Cで示されるように吐出される塗布液の量は、貫通穴12の内部における塗布液の圧力と大気圧との差圧に依存して変化する。すなわち、貫通穴12の内径Dが小さすぎたり、スロット13の幅Lが広すぎたりすると、一方の側板15Aから他方の側板15Bへ向けて塗布

によって、幅方向の吐出むらを±0.5%以下におさえることのできる塗布ノズルを提供するものである。

問題点を解決するための手段

上記問題点を解決するために本発明の塗布ノズルは、ノズル本体の内部に形成された貫通穴に、その一端側から塗布液を供給してその一部を他端側から排出し、残りの塗布液を、ノズル本体内でかつ貫通穴とノズル本体外面とに亘って形成されたスロットから吐出する塗布ノズルであって、前記貫通穴の内径D、前記スロットのすきま量t、前記貫通穴から前記ノズル本体の先端外面までの前記スロットの長さS、前記スロットの吐出幅L、および前記貫通穴の一端から供給される塗布液供給量Q₁、前記貫通穴の他端から排出される塗布液排出量Q₂を、

$$\frac{16t^3L^3Q_1}{3\pi D^4S(Q_1-Q_2)} \leq 0.005$$

上式を満足するように選定したものである。

作用

上式を満足するように、ノズル本体の各部の寸

法の圧力が大きく低下することとなって、塗布ノズル先端部から吐出される塗布液の量が塗布ノズル幅方向に大きく変化する。したがって、ウェブに直接塗布液を転移させるダイ塗工方式の塗布装置にこの塗布ノズルを使用する場合、貫通穴12の内径Dが小さすぎたり、スロット13の幅Lが広すぎたりすると、転移させた時点で、幅方向に膜厚むらが生じるという問題を有していた。

また、第5図に示した塗布ノズルにおいては、スロット13のすきま量tが大きすぎると、スロット13での流路抵抗が低下するため、塗布液供給管16を通して貫通穴12の内部に供給された塗布液が、塗布液排出管17に至るまでに大量に塗布ノズル先端部から吐出されてしまい、この場合も塗布ノズル幅方向に吐出むらが生じ、ウェブに転移させたとき、結局幅方向に膜厚むらを引き起こすという問題を有していた。

本発明は上記問題点に鑑み、塗布ノズルの構成を変えることなく、塗布ノズルの各部の寸法および供給排出する塗料の流量比を限定することのみ

法を選定したので、塗布ノズルの構成を変更することなく、塗布ノズル幅方向における塗布液の吐出むらを±0.5%以下に抑えることができる。

実施例

以下、本発明の一実施例を第1図に基づき説明する。

第1図において、1は塗布ノズルで、幅方向に亘って形成された貫通穴2およびこの貫通穴2から先端外面に亘って形成されたスロット3とを有するノズル本体4と、貫通穴2の開口端を塞ぐようノズル本体4の両側面にそれぞれ貼付けられた側板5A、5Bと、この一方の側板5Aに接続されて塗布液を矢印Aで示すように貫通穴2の一端側に供給する塗布液供給管6と、他方の側板5Bに接続されて貫通穴2の塗布液を矢印Bで示すように他端側から排出する塗布液排出管7とから構成されている。そして、さらに貫通穴2の内径D、スロット3のすきま量t、貫通穴2からノズル本体4の先端外面までの距離すなわちスロット3の長さS、ノズル本体4の幅すなわちスロッ

ト3の吐出幅L、および貫通穴2の一端側から供給される塗布液供給量Q₁、貫通穴2の他端側から排出される塗布液排出量Q₂が、

$$\frac{16 t^3 L^3 Q_1}{3 \pi D^4 S (Q_1 - Q_2)} \leq 0.005 \quad \dots \dots (1)$$

(1)式を満足するように選定されている。

上記(1)式を満足させるようにノズル本体4の各部の寸法を選定すると、塗布ノズルの幅方向における塗布液(矢印Cで示す)の吐出むらが士0.5%以下に抑えられ、ウェブに形成される膜厚むらの発生が防止される。

ここで、上記のような關係に選定した理由について説明する。

第1図の側板5Aから側板5Bに至る方向に座標軸Xをとる。座標軸Xの原点は、側板5Aとノズル本体4の接する所にとる。ノズル本体4の内部を流れる塗布液の圧力をP(位置Xの函数)とし、貫通穴2の内部での塗布液の流れが円管内のハーゲンボアズイユ流れにしたがうとし、またスロット3の内部での貫通穴2からノズル本体4の先端部へ向かう塗布液の流れが平行平板内のハ

ゲンボアズイユ流れにしたがうとする。また、スロット3を通してノズル本体4の先端部から単位幅当り吐出される塗布液の流量が、貫通穴2の内部を通して流れる塗布液の流动に影響を及ぼさない程度に小さいとする。このとき、貫通穴2の位置Xにおける断面を通過する塗布液の量と、位置X+ΔXにおける断面を通過する塗布液の量との差が、位置XからX+ΔXの範囲でノズル本体4の先端部から吐出される塗布液の量と等しく、かつスロット3の内部では貫通穴2の主軸と平行な方向の塗布液流れが無視できるとすることから、次の微分方程式を得ることができる。

$$\frac{\pi D^4}{128 \mu} \cdot \frac{d}{dx} \left(\frac{dP}{dx} \right) = \frac{t^3}{12 \mu} \cdot \frac{P}{S} \quad \dots \dots (2)$$

ここに、μ：塗布液粘度、D：貫通穴2の内径、t：スロット3のすきま量、S：スロット3の長さ、そしてπ：円周率である。微分方程式(2)は解析的に一般解を求めることができ、C₁、C₂を定数として、次の式で与えられる。

$$P = C_1 e^{Xp} \left\{ X \sqrt{\frac{32 t^3}{3 \pi D^4 S}} \right\} + C_2 \exp \left\{ -X \sqrt{\frac{32 t^3}{3 \pi D^4 S}} \right\} \quad \dots \dots (3)$$

ここで、スロット3の吐出幅をLとし、

$$R = \sqrt{\frac{32 t^3 L^3}{3 \pi D^4 S}} \quad \dots \dots (4)$$

とおくと、式(3)は次のように簡略化される。

$$P = C_1 \exp \left(R \frac{X}{L} \right) + C_2 \exp \left(-R \frac{X}{L} \right) \quad \dots \dots (5)$$

一方、式(5)中の定数C₁、C₂は、X=0の面を通して、塗布液供給管6により供給される塗布液の量Q₁と、X=Lの面を通して、塗布液排出管7により排出される塗布液の量Q₂により定まる。

ところで、ノズル本体4の先端部から吐出される単位幅当りの塗布液の量をQとすると、Qは貫通穴2の内部の圧力Pにより、

$$Q = \frac{t^3}{12 \mu} \cdot \frac{P}{S} \quad \dots \dots (6)$$

と表わされる。したがって、吐出量Qの分布は、式(6)に式(5)を代入し、定数C₁、C₂を供給量Q₁、排出量Q₂によって定めることにより、次の式で表わされる。

$$Q = \frac{R}{L \sinh(R)} \left[Q_1 \cosh(R(1 - \frac{X}{L})) - Q_2 \cosh(R \frac{X}{L}) \right] \quad \dots \dots (7)$$

式(7)の周辺を、次式で定義されるノズル本体

4の先端部からの平均吐出量Q̄で無次元化する。

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{L} \quad \dots \dots (8)$$

その結果、次式で表わされるノズル本体4の先端部からの無次元化された吐出量分布が求まる。

$$Q / \bar{Q} = \frac{R}{(1 - Q_2 / Q_1) \sinh(R)} \left[\cosh(R(1 - \frac{X}{L})) - \frac{Q_2}{Q_1} \cosh(R \frac{X}{L}) \right] \quad \dots \dots (9)$$

したがって、平均吐出量Q̄に対する吐出量Qの幅方向のばらつきを±[%]とすると、式(9)より、

$$2\epsilon = [(Q / \bar{Q})_{x=0} - (Q / \bar{Q})_{x=L}] \times 100 = \frac{2R}{1 - Q_2 / Q_1} \tanh(\frac{R}{2}) \times 100 [\%]$$

$$\therefore \epsilon = \frac{R}{1 - Q_2 / Q_1} \tanh(\frac{R}{2}) \times 100 [\%] \quad \dots \dots (10)$$

となる。

式(10)を、横軸を $\frac{t^3 L^3}{D^4 S}$ (式(4)より $\frac{32 \pi}{3} R^3$ と同値) として、パラメータである種々の Q_2 / Q_1 に対してグラフにしたもののが第2図である。第2図より、 $\frac{t^3 L^3}{D^4 S}$ やび Q_2 / Q_1 の値が小さいほど、幅方向の吐出ばらつきが小さいことがわかる。さて第2図より、吐出ばらつきεを十分小さく

するためには、 $\frac{t^2 L^2}{D \cdot S} < 1.0$ が必要である。このとき、式(4)より、Rの値自体も十分小さくなり、
 $\tanh(\frac{R}{2}) \approx \frac{R}{2}$ (11)

が成立する。したがって、幅方向の吐出ばらつきは、その値が十分小さいとき、式(10)、(11)および式(4)より、

$$\begin{aligned} & \frac{R^2 / 2}{1 - Q_s / Q_1} \times 100 \\ & = \frac{16 t^2 L^2 Q_1}{3 \pi D^2 S (Q_1 - Q_s)} \times 100 [\%] \quad \dots \dots (12) \end{aligned}$$

となる。式(12)は、塗布ノズル1の各部の寸法および供給排出する塗布液流量と、幅方向の吐出ばらつきの関係を与える式である。したがって、

$$\frac{16 t^2 L^2 Q_1}{3 \pi D^2 S (Q_1 - Q_s)} \leq 0.005$$

を満足するよう、塗布ノズル1の各部の寸法および供給排出する塗布液流量を定めると、塗布ノズル1の先端部から吐出される塗布液の幅方向の吐出ばらつきを、±0.5%以下に抑えることが可能となる。

なお、ビデオテープ用磁気テープ塗工後の幅方向塗膜厚さのばらつきの基準値は、通常±5%以

下が使用されている。そのため、塗布ノズル1の先端部から吐出される塗布液の幅方向のばらつきを、±0.5%以下に抑えるようにすれば十分である。式(1)の左辺を0.005と設定したのは、この理由による。

次に、上記の(1)式を満足するように製作した3個の塗布ノズルについて、塗布液を吐出させた結果について説明する。

具体例1

第1図に示された塗布ノズル1の各部の寸法および塗布液の供給量、排出量を第1表に示す値にそれぞれ設定し、塗布ノズル1の先端部からビデオテープ用レギュラー塗料を吐出させ、幅方向の塗布液吐出量分布を測定した。第1表に示す各部の寸法および供給・排出量を用いて、式(1)の左辺を計算すると、 9.7×10^{-5} となり、式(1)の不等式を十分満足する。そして、塗布ノズル1の先端部から吐出される塗布液量Qの平均吐出量 \bar{Q} に対する幅方向のばらつき ΔQ は、ノズル本体4の両端から3mmの範囲を除いて、±0.1%未満のばら

つきとなった（ ΔQ の測定値は、測定誤差と同等またはそれ以下）。

第1表

貫通穴内径 D	2 cm
スロットすきま量 t	250 μm
スロット長さ S	4 cm
スロット吐出幅 L	10 cm
塗布液供給量 Q ₁	7 cm ³ /sec
塗布液排出量 Q _s	4 cm ³ /sec

以上のように、式(1)を満足する塗布ノズル1を、第1表にしたがって作成し塗布液を吐出させてみたところ、ノズル本体4の両端から3mmの範囲を除いて、幅方向の塗布液の吐出ばらつきを、±0.1%未満に抑えることができた。なお、ノズル本体4の両端から3mmの範囲で、吐出量が均一となるのは、この範囲でのスロット3の内部での塗布液の流れが、両端の側板5Aおよび側板5Bから影響を受けるためである。

具体例2

第1図に示された塗布ノズル1の各部の寸法お

よび塗布液の供給量、排出量を第2表に示す値にそれぞれ設定し、塗布ノズル1の先端部からビデオテープ用レギュラー塗料を吐出させ、幅方向の塗布液吐出量分布を測定した。第2表に示す各部の寸法および供給・排出量を用いて、式(1)の左辺を計算すると、 9.5×10^{-5} となり、式(1)の不等式を満足する。そして、塗布ノズル1の先端部から吐出される塗布液量Qの平均吐出量 \bar{Q} に対する幅方向のばらつき ΔQ の測定結果を、第3図に示す。第3図より、幅方向の吐出量のばらつき ΔQ は、塗布ノズル本体の両端から3mmを除いて、±0.16%以下のばらつきとなった。

第2表

貫通穴内径 D	2 cm
スロットすきま量 t	200 μm
スロット長さ S	2 cm
スロット幅 L	30 cm
塗布液供給量 Q ₁	50 cm ³ /sec
塗布液排出量 Q _s	30 cm ³ /sec

以上のように、式(1)を満足する塗布ノズル1

を、第2段にしたがって作成し塗布液を吐出させてみたところ、ノズル本体4の両端から3mmの範囲を除いて、幅方向の塗布液の吐出ばらつきを、±0.15%以下に抑えることができた。

具体例3

第1図に示された塗布ノズル1の各部の寸法および塗布液の供給量、排出量を第3表に示す値にそれぞれ設定し、塗布ノズル1の先端部からビデオテープ用レギュラー塗料を吐出させ、幅方向の塗布液吐出量分布を測定した。第3表に示す各部の寸法および供給・排出量を用いて、式(1)の左辺を計算すると、 1.83×10^{-4} となり、式(1)の不等式を満足する。そして、塗布ノズル1の先端部から吐出される塗布液量Qの平均吐出量 \bar{Q} に対する幅方向のばらつき ΔQ の測定結果を、第4図に示す。第4図より、幅方向の吐出量のばらつき ΔQ は、ノズル本体4の両端から3mmを除いて、±0.27%以下のばらつきとなった。

(以下余白)

前記ノズル本体の先端外周までの前記スロットの長さS、前記スロットの吐出幅L、および前記貫通穴の一端から供給される塗布液供給量 Q_1 、前記貫通穴の他端から排出される塗布液排出量 Q_2 を、

$$\frac{16 \pi L^3 Q_1}{3 \pi D^4 S (Q_1 - Q_2)} \leq 0.005$$

上式を満足するように選定したので、塗布ノズルの構成を変更することなく、塗布ノズル幅方向における吐出むらを±0.5%以下に抑えることができ、したがってウエーブに形成される塗布膜厚にむらが生じるのを防止することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例における塗布ノズルの一部切欠斜視図、第2図は Q_1/Q_2 をパラメータとしたときの、 $\frac{L^3}{D^4 S}$ と吐出量Qの幅方向におけるばらつきとの関係を示す特性図、第3図および第4図はそれぞれ具体例2および具体例3における塗布ノズル先端部から吐出される塗布液量の幅方向におけるばらつき測定結果を示す特性図、第5図は従来の塗布ノズルの一部切欠斜視図であ

第3表

貫通穴内径 D	2.5cm
スロットすきま量 t	150 μm
スロット長さ S	2 cm
スロット幅 L	100 cm
塗布液供給量 Q_1	25 ml/sec
塗布液排出量 Q_2	15 ml/sec

以上のように、式(1)を満足する塗布ノズル1を、第3表にしたがって作成し塗布液を吐出させてみたところ、ノズル本体4の両端から3mmの範囲を除いて、幅方向における塗布液の吐出ばらつきを、±0.27%以下に抑えることができた。

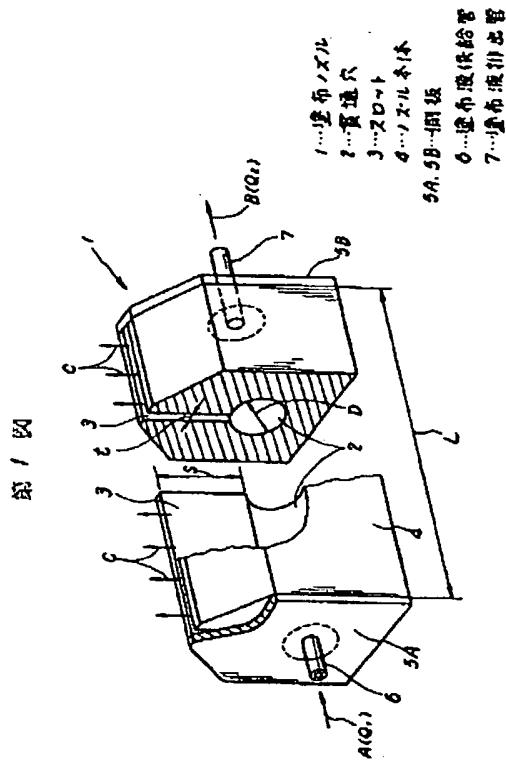
発明の効果

以上のように本発明の構成によると、ノズル本体の内部に形成された貫通穴に、その一端側から塗布液を供給してその一部を他端側から排出し、残りの塗布液を、ノズル本体内でかつ貫通穴とノズル本体外面とに亘って形成されたスロットから吐出する塗布ノズルであって、前記貫通穴の内径D、前記スロットのすきま量t、前記貫通穴から

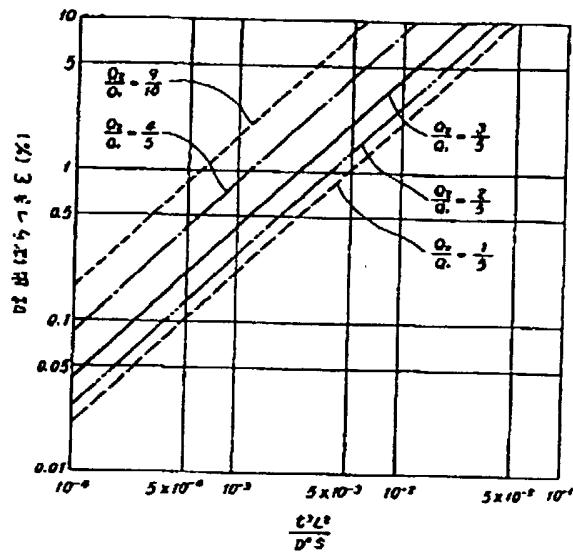
る。

1…塗布ノズル、2…貫通穴、3…スロット、4…ノズル本体、5A、5B…側板、6…塗布液供給管、7…塗布液排出管。

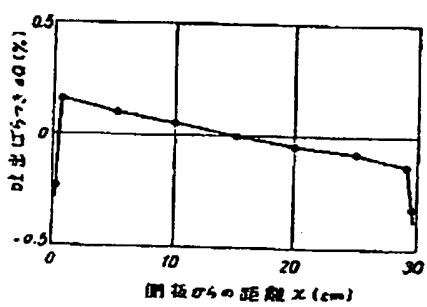
代理人 春 本 義 弘



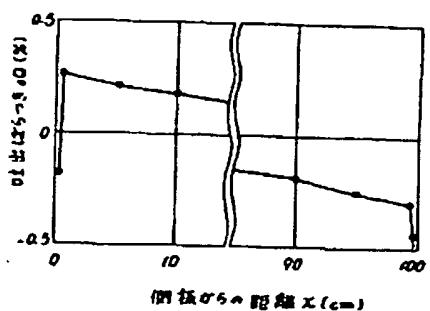
第2図



第3図



第4図



第5図

